

Harri Heikkinen

# YLEISVALAISTUKSEN MUUTOS LED-VALAISTUKSEEN MIKALO OY

Opinnäytetyö  
Sähköinsinöörin koulutusohjelma


Syyskuu 2015




**MAMK**

University of Applied Sciences

# KUVAILULEHTI

 <b>MAMK</b> University of Applied Sciences		<b>Opinnäytetyön päivämäärä</b>  29.10.2015	
<b>Tekijä(t)</b>  Harri Heikkinen		<b>Koulutusohjelma ja suuntautuminen</b>  Sähkötekniikan koulutusohjelma	
<b>Nimeke</b>  Yleisvalaistuksen muutos led-valaistukseen - Mikalo oy			
<b>Tiivistelmä</b> <p>Päättötyön tavoite oli vertailla Mikalo Oy:n asuntokohteiden yleisvalaistuksen nykytilaa mahdolliseen LED-valaistuksella toteutettuun tilaan. Mikalo Oy:n 120:n kohteen yleisvalaistus on merkittävä sähkön kuluttaja, joten selvitys nykyisten valonlähteiden, kuten elohopealamppujen, vaihto voi säästää pitkäaikaiskäytössä.</p> <p>Uusilla LED-valonlähteillä kulutus saadaan pienennettyä merkittävästi, mutta uusien, tehokkaiden LED-valaisimen hinnat ovat vielä suhteellisen korkealla, ja tämä oli huomioitava laskuissa. Työssä oli huomioitava myös käytössä olevien pienoisloistelamppujen pieni kulutus ja suhteellisen pitkä käyttöikä valaisimen vaihtoa ajatellen. Kolmen kohteen nykytila vaihteli huomattavasti, ja uusien valaisimen vaihto tulee eteen lähivuosina, jolloin työn tuloksia voidaan käyttää valintaperusteissa.</p> <p>Tämän hetken LED-valaisimilla päästään helposti haluttuihin valaistustiloihin ja tuotteiden hinnat ovat olleet laskussa viime vuosina. Elohopealamppujen myyntikielto astui voimaan huhtikuussa 2015, joten pylväs- sekä seinävalaistus on päivitettävä lähivuosina, jolloin LED olisi hyvä valinta. Uusien LED-valaisimen vaihdon kannattavuus on hyvin kohdekohtainen, ja monin paikoin pienoisloistelamppu sekä LED-lamppu kumpikin ovat hyvä valinta.</p> <p>Kohteiden tekniset tiedot kuten valaistustyyppit sekä lukumäärät on kasattu Mikalo Oy:n toimittamista tasokuvista. Valaistuksen nykykunnan sekä polttimotyyppien tarkastelu tapahtui paikan päällä kohteissa. Uusien tuotteiden valinnassa on käytetty uusimpia sähkötukkujen kuvastoja sekä maahantuojien verkkosivuja. Laskelmissa käytetyt asennus-, sekä tuotehinnat ovat pyydetty paikalliselta sähköurakoitsijalta ja Mikalo Oy:ltä huoltojen osalta.</p>			
<b>Asiasanat (avainsanat)</b>			
<b>Sivumäärä</b>  25+6	<b>Kieli</b>  Suomi	<b>URN</b>	
<b>Huomautus (huomautukset liitteistä)</b>			
<b>Ohjaavan opettajan nimi</b>  Juha Korpijärvi		<b>Opinnäytetyön toimeksiantaja</b> Mikalo Oy, Hannu Sormunen	

## DESCRIPTION

 <div style="display: inline-block; vertical-align: middle;"> <div style="font-size: 2em; font-weight: bold; margin: 0;">MAMK</div> <div style="font-size: 0.8em; margin: 0;">University of Applied Sciences</div> </div>		<b>Date of the bachelor's thesis</b>  <div style="text-align: center;">29.10.2015</div>	
<b>Author(s)</b> Harri Heikkinen		<b>Degree programme and option</b> Electric engineering	
<b>Name of the bachelor's thesis</b> Common lighting chance to LED-lighting			
<b>Abstract</b>  <p>Mikalo Oy is the biggest apartment agency in Mikkeli and hold 120 apartment complex around the town. Common lighting is major consumer what comes to electricity. Purpose of this research was find best solution between present lighting and LED-lighting in three different targets.</p> <p>Three different kind of apartment complex was chosen in this research, so Mikalo Oy can use the results for the later projects in the future. The lighting which was examined was mainly pylon lights, outdoor wall lights and corridor lights. Present lighting included mercury lightbulbs, fluorescent lights, and in some cases LED-lightbulbs. LED-lighting for this study was selected to match present lighting and using time was same. Finally calculations were made by using annual cost and present prices of electricity.</p> <p>Because of three different kind of apartment complex and their state of lighting, there was different results. Some cases present fluorescent lights were in good condition and are energy efficient so replacing them is not necessary. Replacing outdoor lighting depend often of condition of light. Mercury lightbulbs must replace in near future because of EU regulations so LED-light comes in the picture. After all result was individual in each case and replacing was not always economically best solution.</p>			
<b>Subject headings, (keywords)</b>			
<b>Pages</b> 25+6	<b>Language</b> Finnish	<b>URN</b>	
<b>Remarks, notes on appendices</b>			
<b>Tutor</b>  Juha Korpijärvi		<b>Bachelor's thesis assigned by</b>  Hannu Sormunen, Mikalo Oy	

# SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	1
2	MIKALO OY. NYKYTILA JA TAVOITETILA .....	2
2.1	Yritys .....	2
2.2	Tutkittavat kohteet .....	3
2.2.1	Vuorikatu 2 .....	3
2.2.2	Kontionkatu 2.....	4
2.2.3	Vesitorninkatu 14.....	5
2.2.4	Peitsarinkuja 5.....	6
2.3	Yleisvalaistus .....	7
2.4	Valaistuksen nykytila.....	7
2.5	Valaistuksen tavoitetilä.....	7
3	VALOTEKNIikka JA FOTOMETRIA .....	8
3.1	Valovoima.....	8
3.2	Valovirta .....	8
3.3	Valaistusvoimakkuus .....	9
3.4	Väriämpötila .....	9
4	VALONLÄHTEET .....	10
4.1	Pienisloistevalaisimet .....	10
4.2	Elohopealamput .....	10
4.3	Muut valaisimet .....	10
5	LED-VALAISIMET .....	11
5.1	Led valonlähteenä .....	11
5.2	Käyttöikä ja huoltovapaus .....	12
5.3	Laatuerot .....	12
6	VERTAILU .....	13
6.1	LED-loistevalaisimet .....	13
6.2	LED-elohopealamput.....	13
6.3	LED-hehkulamput .....	14
7	KUSTANNUKSET JA SÄÄSTÖT .....	14
7.1	Nykyinen valaistus.....	14
7.1.1	Energian kulutus .....	15

7.1.2	Huoltokustannukset.....	16
7.2	Led-valaisimen vaihtokustannukset.....	16
7.2.1	Polttimoiden vaihtokustannukset.....	17
7.3	Kustannuslaskelmat .....	17
8	KOHDEVERTAILU JA EHDOTUKSET .....	17
8.1	Kontionkatu 2 .....	17
8.2	Vesitorninkatu 14.....	19
8.3	Peitsarinkuja 5 .....	20
8.4	Vuorikatu 2 vertailukohtana .....	20
9	YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET .....	22
10	YHTEENVETO .....	22
	LÄHTEET.....	24
	LIITTEET	
	1 SFS-EN 12464-1 Esimerkkitaulukko	
	2 LED-vertailuja	
	3 Nykyinen valaistus	
	4 LED-valaistus	
	5 Vuosikustannuslaskut	
	6 Huolto/asennushinnat	

## 1 JOHDANTO

Työn tarkoituksena on tutkia neljän Mikalo Oy:n kohdetta yleisvalaistuksen suhteen miettimällä vaihtoehtoja nykyisten valonlähteiden vaihtamiseksi LED-valonlähteisiin. Näiden kohteiden tutkimustuloksia voidaan käyttää tulevaisuudessa muissa Mikalo Oy:n asuntokohteissa, kun valaistusta halutaan päivittää. Tutkittavina kohteina on Peitsarinkuja 5, Kontionkatu 2, Vesitorninkatu 14 sekä tarkastelukohteena Vuorikatu 2, jossa valaistus on jo päivitetty.

Mikalo Oy:llä on 120 asuntokohdetta, joissa yleisvalaistus on merkittävä sähkönkuluttaja. Työn tavoitteena on löytää taloudellisesti järkevin ratkaisu toteuttaa valaistuskulutuksen, hankintojen sekä huoltokustannusten suhteen. Vertailuissa pyritään löytämään LED vaihtoehdot vastaamaan nykyistä tilaa. Mikalo Oy:n huoltomiehet ovat jo kohteissa vaihtaneet valonlähteitä LED-lamppuihin mutta laskelmissa on käytetty valaisimen alkuperäiseksi tarkoitettua valonlähdettä. Työssä käydään läpi valaistuksen perustermistöä sekä LED-valaisimien tekniikkaa ja sen antamia etuja.

Kohteiden valintaperusteiksi valittiin erilaisuus yleisvalaistuksessa jotta tutkielmat sopisivat mahdollisimman hyvin muiden kohteiden suunnitteluun. Kontionkatu 2:n valinnassa huomioitiin runsas ulkoseinä- sekä pylväsvalaistus, Vesitorninkatu 14:sa porrasvalaistuksen lukumäärä. Peitsarinkuja 5 valittiin ”yleistyypisenä” kohteena.

Päättötyön aihealue oli mielenkiintoinen mutta osoittautui hankalaksi rajata. Uusia valaisimia on tarjolla valtava määrä eikä niiden laatueroista löydy juurikaan vertailuja. LED-tekniikka kehittyy kovaa vauhtia ja uusia energiatehokkaampia tuotteita julkaistaan jatkuvasti. Laskelmissa käytetyt tuotteet olen valinnut laadukkuudesta tunnettujen merkkien perusteella jotta laskelmat pätsivät käyttöä ajatellen.

## 2 MIKALO OY. NYKYTILA JA TAVOITETILA

### 2.1 Yritys

Mikalo Oy on osakeyhtiö ja noudattaa osakeyhtiölakia. Yhtiö on perustettu 1972 nimellä Mikkelin Vuokratalot Oy. Perustajina olivat teollisuusneuvos Osmo J. Korhonen, sähkötekniikko Simo Lehtonen ja Mikkelin kaupunki. Osakepääomaa on 274 650,88 euroa. Mikkelin kaupunki on ostanut koko osakekannan itselleen ja on tällä hetkellä yhtiön ainoa omistaja.

- Mikalo Oy on osakeyhtiö, jonka omistaa Mikkelin kaupunki
- Työntekijät ovat työsuhteessa Mikalo Oy:öön
- Kiinteistöt ovat pääosin aravarahoituksella rakennettuja
- Asuntoja 3 197
- Asukkaita noin 5000, eli noin 10 % uuden Mikkelin väestöstä
- Rakennuksia 327 jakautuen 120:een kustannuspaikkaan
- Yhtiön toiminta rahoitetaan vuokratuloilla ja käyttökorvausmaksuilla

[1.]



**Kuva 1. Mikalo Oy**

## 2.2 Tutkittavat kohteet

### 2.2.1 Vuorikatu 2

#### Kuvaus:

Mikkelin keskustassa sijaitseva kerrostalo (kuva 2) on vertailukohteena poikkeava siinä mielessä että Mikalo Oy on muuttanut käytävien valaistuksen LED-tekniikkaan käyttämällä Samsungin päivityssarjaa olemassa oleviin valaisimiin. Mikalo Oy asensi kiinteistökeskukseen tuntimittarin, jonka avulla valaistuksen kulutusta voidaan seurata. Laskelmien tuloksista huomataan konkreettisesti valaistuksen muutoksen aiheuttamat mahdolliset hyödyt. Kohteen porraskäytävä on hyvin tyypillinen tämän kokoluokan kerrostaloissa (Taulukko 1) valaistuksineen.



**Kuva 2. Vuorikatu 2**

**Taulukko 1. Vuorikatu 2 kohdetiedot**

Kohde	Valmistusvuosi	Perusparannusvuosi	Huoneisto lkm.	asuinnetti- öt
Vuorikatu 2	1997		48	2730,5



### 2.2.2 Kontionkatu 2

#### Kuvaus:

Launialassa sijaitsevassa rivitalossa (kuva 3) on neljästä kohteesta suurin määrä asukkaista riippumatonta valaistusta. Kohteen 4 asuinrakennusta sekä ulkorakennus muodostavat ison pihapiirin jossa on useita pylväsvaloja, seinävalaistusta sekä asuntojen numerovalaisimet (Taulukko 2). Valaisimien ohjaus tapahtuu hämärä-/kellokytkimien avulla. Varastotilojen valaistus tapahtuu asukkaan toimesta joten varastojen paloaikoja laskettaessa on käytettävä arviota.



**Kuva 3. Kontionkatu 2**

**Taulukko2. Kontionkatu 2 kohdetiedot**

Kohde	Valmistusvuosi	Perusparannusvuosi	Huoneistokkm.	asukkailm.
Kontionkatu 2	1989		50	2668

### 2.2.3 Vesitorninkatu 14

#### Kuvaus:

Mikkelin Lehmuskylässä sijaitseva kerrostalo (kuva 4) saneerattiin vuonna 1996, jolloin käytävävalaistus uusittiin. Myöhemmin näihin valaisimiin on vaihdettu Airam pro LED -polttimot (8W). Käytävien valaistus tapahtuu painonapeilla käytävillä liikuttaessa, joten päivittäinen paloaika on määriteltävä arviolta. Kerrostalo edustaa kooltaan Mikalo Oy:n tyyppillistä kerrostaloa (Taulukko 3). Jätekatoksen sekä sisääntulolipan valaistus on toteutettu elohopealampuilla, joiden ohjaus on hämärä/kellokytkimien perässä.



Kuva 4. Vesitorninkatu 14

Taulukko 3. Vesitorninkatu 14 kohdetiedot

Kohde	Valmistusvuosi	Perusparannusvuosi	Huoneisto lkm.	asuinnetti-öt
Vesitorninkatu 14	1964	1996	33	1947,5

## 2.2.4 Peitsarinkuja 5

### Kuvaus:

Peitsarissa sijaitsevaan kerrostalokokonaisuuteen (Kuva 5) suoritettiin linjasaneeraus vuonna 2003, jolloin käytävien sekä yleisten tilojen valaistus uusittiin. Rappukäytävään asennettiin pienoisloistevalaisimet, joiden ohjaus tapahtuu painonapeilla. Tässäkin tapauksessa käytävien valojen paloajat ovat arvioitava. Kiinteistön ulkovalaistus lasketaan muutamalla kappaleella seinävalaisimia. Kerrostalokokonaisuus koostuu kahdesta rakennuksesta ja neljästä rapusta (Taulukko 4).



**Kuva 5. Peitsarinkuja 5**

**Taulukko 4. Peitsarinkuja 5 kohdetiedot**

Kohde	Valmistusvuosi	Perusparannusvuosi	Huoneisto lkm.	asuinneti- öt
Peitsarinkuja 5	1979	2003 (osittainen)	36	1980

## 2.3 Yleisvalaistus

Yleisvalaistus-termillä käsitetään kiinteistön yleisten tilojen valaistusta, jonka energiamittaus tapahtuu kiinteistön oman sähkömittarin kautta. Yleisvalaistuksen käyttö tapahtuu monesti liiketunnistimien, painonappien tai erilaisten hämärä- ja liiketunnistimien avulla kiinteistön yleisissä tiloissa. Näitä tiloja ovat käytännössä kaikki asuntojen ulkopuoliset tilat, kuten parkkipaikat, pyykki- ja saunaosastot, jäte- ja pyöräkatokset sekä rappukäytävät ja julkisivuvalaistukset. Joissakin kiinteistöissä on myös erilaisia harraste- ja kerhotiloja, jotka ovat asukkaiden vapaassa käytössä, mutta energian käyttökustannukset kuuluvat kiinteistön omistajalle. Yleisten tilojen valaistus on autolämmitysten sekä pesula- ym. kulujen ohella kiinteistöyhtiölle merkittävä sähkön kuluttaja.

## 2.4 Valaistuksen nykytila

Mikalo Oy:n Kiinteistöjen valaistusten nykytilat poikkeavat toisistaan huomattavasti. Useisiin vanhoihin kiinteistöihin on suoritettu saneerauksia vuosien varrella. 1990-luvulla saneerattiin 13 kiinteistöä, ja sen aikainen valaistustekniikka on jo vanhaa tänä päivänä. Kymmeniä kiinteistöjä on rakennettu 1980 – 2000-luvuilla, joihin ei ole korjaustöitä vielä tehty, joten valaistus myös näissä kohteissa on pääosin hehkulamppu- tai pienoisloistevalotekniikkaa. Ulkovalaistuksesta on pääosin kaikki muutamaa viimeisintä korjausta lukuun ottamatta elohopealampuilla toteutettua. Valaistusta on kuitenkin runsaasti päivitetty vaihtamalla E27-kannan polttimoita LED-polttimoihin, joilla saavutetaan jo itsessään huolto/sähkökuluja.

## 2.5 Valaistuksen tavoitetila

Valaistuksen suhteen tavoitetila olisi saada kiinteistöihin valaistus, joka olisi huoltovapaa, riittävä valoteholtaan sekä energiaystävällinen. Valaisimien hankintahinnan tulisi olla kohtuullinen. Kohdekohtaisesti tulisi päättää, onko esim. käytävävalaistuksessa viisainta vaihtaa valaisin LED-valaisimeen vai onko nykyinen runko esteettinen sekä kestävä, jotta siihen olisi järkevää vaihtaa pelkkä LED-poltin. Tavoitteen yhtenä tärkeänä asiana on huoltovapaus. Sen jälkeen kun valaisin tai poltin on vaihdettu, valaisimen tulisi toimia ilman huoltoa kymmeniä tuhansia tunteja. Laskuissa huomioidaankin yhden huoltomiehen aiheuttama kulu polttimon vaihtotyössä. Koska Mikalo

Oy:llä on 120 kiinteistöä, tulisi energiasäästön olla vuositasolla merkittävä, jotta se kattaisi mahdollisen valaistuksen uusimisen. Tämäkin säästö edellyttäisi uusien LED-valojen toimivan mahdollisimman pitkän ajan ilman huoltoja.

### 3 VALOTEKNIikka JA FOTOMETRIA

Valaistuksen suunnittelussa törmää nykyään useisiin suureisiin, joiden muutoksilla saadaan määriteltyä erilaisia valaistustarpeita. Kuluttaja törmääkin valaisinta tai polttimoa valitessaan luxeihin, lumeneihin, watteihin ym., jotka monesti hämmentävät ostopäätöstä. Suureiden avulla eri valaisimien vertailu on mahdollista ja helpottaa valaisintyyppien valinnassa. Tässä osiossa perehdytään tavallisimpiin suureisiin, joita käytetään laskennoissa. Tekstissä törmätään myös sähkötehon yksikköön **[P]**, **W = watti**, joka on tullut tutuksi esim. polttimoita valittaessa.

#### 3.1 Valovoima

Valovoimalla tarkoitetaan valon voimakkuutta silmän spektriherkkyydellä painotetun valon säteilytehon avaruuskulmaa kohden. Aallonpituudesta riippuen valovoimat voivat poiketa toisistaan huomattavasti. Silmän spektriherkkyys havaitsee n. 400 - 750 nanometrin aallonpituudet, joissa reuna-arvoilla on huomattavasti pienempi valovoima. Valovoimalla tarkoitetaan toisin sanoen silmällä havaittavaa säteilyä eli valon intensiteettiä.[2, s. 255.] Valovoiman yksikkö on kandela [cd].

#### 3.2 Valovirta

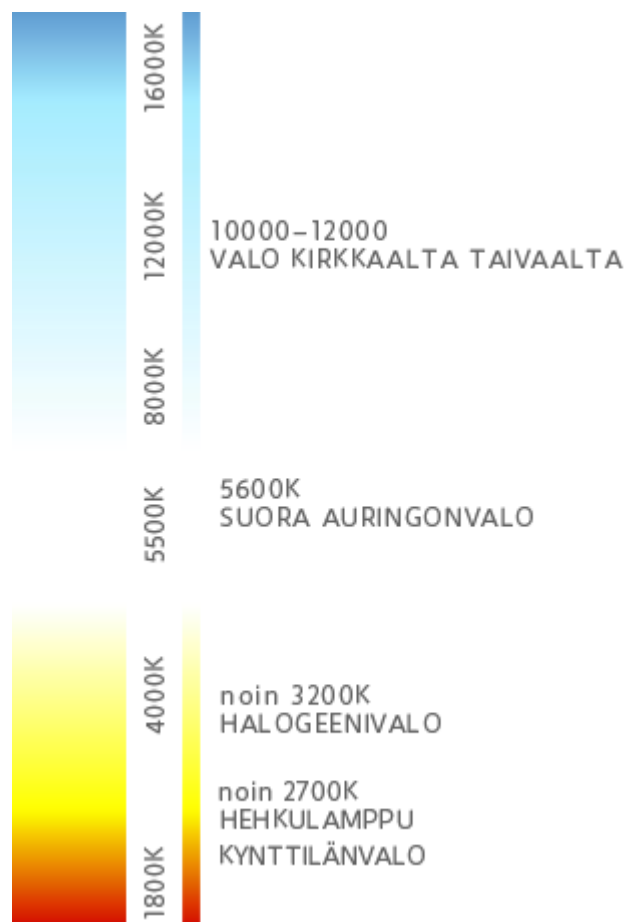
Valonlähteen varsinaista valotehoa kuvataan suureella valovirta. Valovirta on tasaisesti säteilevän lähteen säteilyteho avaruuskulmaan  $[\Omega]$ , jota painotetaan silmän suhteellisella spektriherkkyydellä  $[I]$ . Näin ollen  $\Phi = I \times \Omega$ . Valovirta on siis valonlähteestä silmällä havaittavaa, näkyvää valotehoa.[2, s. 255 – 256.] Valovirta on yleisesti valaistuksessa käytetty, jota käytetään mm. hyötysuhteiden laskemisessa. Valovoima on yleisesti ilmoitettu valaisimien sekä polttimoiden pakkauksissa yksiköllä lumen [lm].

### 3.3 Valaistusvoimakkuus

Valaistusvoimakkuudella ilmoitetaan johonkin pintaan kohdistuvan valon määrää. Voimakkuus määräytyy valovirran  $\Phi$  määränä neliometriä kohden. Valaistusvoimakkuus ilmoitetaan yksiköllä luxi [lx]. Luksimäärät määrittelevät, kuinka valoisaa työ-  
seisessä tilassa on. [2, s. 256 – 257.] SFS-EN 12464-1 -standardi määrittelee eri työ-  
kentelyalueille vaadittavat luksitasot. LIITE 1

### 3.4 Värilämpötila

Värilämpötilalla tarkoitetaan valaisimen tuottaman valon väriä, joka ilmoitetaan kelvineinä. Värilämpötilan yksikkö on kelvin [K]. Valaistuksen suunnittelussa tulee huomioida tilan käyttötarkoitus ja tunnelma värilämpötilaa valittaessa. Pienemmät kelvinarvon valonlähteet, kuten hehkulamput (2700 K), silmä näkee kellertävänä valona, kun taas arvon kasvaessa valo muuttuu valkoisemmaksi ja ”kylmemmäksi”.



kuva 6. Värilämpötilat [3]

## 4 VALONLÄHTEET

### 4.1 Pienoisloistevalaisimet

Pienoisloistevalaisimissa käytetään valonlähteenä pienoisloistelamppua, joka tunnetaan paremmin kansan kielessä nimellä energiasäästölamppu. Lamppu kuluttaa n. 1/5 energiaa hehkulamppuun nähden kuitenkin tuottamalla saman määrän valoa. Esimerkkinä 60 W hehkulampun korvaamiseen riittää 11 W pienoisloistevalaisin. Pienoisloistelamppu kestää hyvin pitkiä paloaikoja ja on ollut suosittu yleisvalaistuksessa vuosia. Pienloistelampun valontuotto perustuu kaasupurkaukseen, joka purkausputken pinnalla olevan loisteaineen avulla muuttuu näkyväksi valoksi. Kuten normaalit loistevalaisimet, pienoisloistelamppu tarvitsee syttyäkseen verkkoliitännälaitteen. Normaali hehkulamppuvalaisimiin olevia lamppeja kuitenkin on käytössä, sillä liitännälaitte on rakennettu lampun kantaan, mistä johtuu kuitenkin monesti lampun koon kasvaminen etenkin pituussuunnassa. Tästä syystä pienoisloistelampulla ei aina voida korvata hehkulamppua. Pienoisloistelamppu on aina ongelmajätettä sisällä olevan elohopean vuoksi [4.]

### 4.2 Elohopealamput

#### Elohopealamput

Elohopealamputta nostetaan elohopeahöyryn paine korkealla johtamalla purkausputken kautta tarpeeksi suurta virtaa. Tällöin purkauksessa syntyy näkyvää valoa. Elohopealamppuja käytetään teollisuudessa ja puisto- sekä katuvalaistuksessa.[5.] Euroopan komission asetusten mukaan elohopealamppujen myynti kiellettiin huhtikuussa 2015 [6], joten korvaava valonlähde on paikallaan.

### 4.3 Muut valaisimet

Muihin valaisimiin luokittelen tässä työssä ne valonlähteet, jotka eivät suoraan koske kohteita. Kontionkatu 2:n seinävalaistus on alun perin toteutettu hehkulampuilla, mutta se on korvattu sittemmin ledeillä. Muutamilla yksittäisillä hehku- ja halogeenivalaisimilla ei ole ratkaisevaa merkitystä laskelmissa.



## **Hehkulamput**

Perinteisen hehkulampun käyttö on vähentynyt ja jopa osittain loppunut EU:n vuonna 2012 asettaman myyntikiellon vuoksi. Viimeisetkin suojajännitteelliset alle 60 W hehkulamput poistuvat myynnistä 1.9.2016 mennessä. Hehkulampun toimintaperiaate on yksinkertainen. Vastuslangan läpi kulkeva virta saa sen hehkumaan ja näin ollen tuottaa valoa.[7.] Hehkulamppu kestää hyvin säätämistä ja on edullinen, mutta valtaosa sen energiasta muuttuu lämmöksi ja näin ollen hehkulamppu ei ole energiatehokas. Hehkulampun pääasiallinen korvaaja on ollut pienoisloistelamppu, joita on vaihdettu kohteiden valaisimiin ennen LED-tekniikkaa. Hehkulamppuja voi olla vielä kohteissa käytössä mm. siivouskomoissa, sähkötiloissa tms. lähinnä teknisissä huoneissa, joiden käyttö on satunnaista.[8.]

## **Halogeenilamput**

Halogeenilamppujen toimintaperiaate on sama kuin hehkulampuilla. Poikkeuksena lampun sisällä olevalla halogeenillä saadaan aikaan suurempi lämpötila, kirkkaampi valo sekä pidempi käyttöaika. Halogeenien etuina on edullisuus sekä säädettävyys, mutta kuten hehkulampuilla suurin osa energiasta muodostuu lämpönä ja näin ollen sen energiatehokkuus on huono. [9.] Myös halogeenien myynti rajoittuu EU-asetusten myötä ja tilalle on etsittävä korvaava valonlähde. Missään neljästä kohteesta ei ole halogeenivalaisimia käytössä yleistiloissa.

# **5 LED-VALAISIMET**

## **5.1 Led valonlähteenä**

LED (light emitting diode) on useista puolijohtavista materiaalikerroksista muodostuva puolijohdekide. LED on diodi, joka johtaa sähköä vain toiseen suuntaan. Kun puolijohdekiteen läpi johdetaan tasavirtaa (DC), se alkaa säteillä kideyhdisteiden koostumuksesta riippuen eriväristä valoa. Säteilevä valo joko heijastetaan tai otetaan sellaisenaan ulos diodista. Kideyhdistelmästä riippuen ulos saadaan punaista, vihreää, keltaista tai sinistä valoa. Lisäämällä ylimääräisen fluoresoivan kerroksen, sininen LED saadaan tuottamaan myös valkoista valoa (luminenssikonversio). NykYTEKNIKALLA LED-valoista saadaan ulos useita eri valon sävyjä 2700 kelvinin lämpimästä sävystä 6500 kelvinin kylmään, päivän valoa vastaavaan valkoiseen. [10.] Puolijohde kuluttaa säteilläkseen vain vähän virtaa (20 mA ->), ja tästä syystä energian kulutus on pieni.



LED-valaisimet ja polttimot kestävät hyvin iskuja, normaaleja lämpötilan vaihteluja (ulko-, ja sisäkäyttö) ja näin ollen soveltuvat hyvin perusvalaistukseen.

## 5.2 Käyttöikä ja huoltovapaus

Yksi suurimmista hyödyistä LED-valoissa on niiden pitkä käyttöikä ja huoltovapaus. Valaistuksen taloudellisuutta ja ekologisuutta ajatellen hyödyt kasvavat, mitä pidempään valonlähdettä voidaan käyttää. Puolijohteen valovirran heikkeneminen on minimaalista käyttöiän aikana, joten LEDiä voidaan käyttää ilman ylläpitoa pidempään kuin muita valonlähteitä. Valonlähteen elinikä sopivissa olosuhteissa ylittää helposti 50 000 tuntia, ja tänä aikana LED on käytännössä huoltovapaa. LED harvoin rikkoutuu muihin valonlähteisiin nähden. Käyttöiän lyhenemiseen vaikuttaa merkittävästi lämpö. Tästä syystä on huolehdittava, että valaisin asennetaan valmistajan suosituksen mukaan jäähtymistä ajatellen. Kylmä päinvastoin parantaa ominaisuuksia ja lisää käyttöikää. Siksi LED soveltuu erinomaisesti ulkovalaistukseen Suomen olosuhteissa. Jos käytössä on himmennys tms., jolla virtaa säädetään pienemmäksi, LEDin lämmöntuotto pienenee ja käyttöikä pitenee. Kosteus ei LEDille suoranaisesti aiheuta ongelmia, mutta piirilevyn metalliosat voivat hapettua ja näin ollen lyhentää ikää. Tästä syystä ulkona käytettävät valaisimet tulee olla koteloitu ulkokäyttöön soveltuviksi. [10.]

## 5.3 Laatuero

Teknologinen kehityksen vuoksi LED-valaisimien ja lamppujen määrä sekä valikoimat ovat kasvaneet runsaasti. Lähes kaikkeen valaistukseen löytyy LED-ratkaisu useammalta valmistajalta, mutta laatueroja on laboratorioissa havaittu. Euroopan laboratorioissa oli vuoden 2013 loppuun mennessä testattu noin 80 LED-lamppua. Testeissä tutkittiin energiatehokkuutta ja laatuominaisuuksia. Testeissä havaittiin huomattavia eroja esim. energiatehokkuudessa, mikä on oleellinen asia käyttökustannuksia ajatellen. Joissain tapauksissa markkinoiden kallein tuote ei ollut energiatehokkain. Laadun määrittely kuitenkin testiraporttien perusteella on vaikeaa, sillä tuotteet vaihtuvat nopeasti ja tulosten valmistuttua jokin tuotteista on voinut jo poistua markkinoilta. LED-valaisinta tai lamppua ostaessa kannattaakin kiinnittää huomiota pakkausmerkintöihin ja varmistaa, että tuote on A+ -energiatehokkuusluokkaa ja että luvattu paloaika on vähintään 25 000 tuntia [11.] Liitteenä Premium light -lamppuverailu 15.7.2014. Ko-

keessa testattiin 3 kpl kunkin valmistajan lamput. Tulos on kolmen testatun keskiarvo. LIITE 2

## 6 VERTAILU

### 6.1 LED-loistevalaisimet

Pienoisloistevalaisimia on kohteissa pääosin käytävä- ja rappukäytävävalaistuksessa. Vertailukohtana on Peitsarinkuja 5:n porraskäytävien valaisin, joita kohteessa on 55 kpl. Ensto AVR 4 1x14 W pienoisloistevalo kauluksella tuottaa 14 watin teholla 800 lm ja käyttöikä 20 000 h (Osram). Polttimon värielämpötila 3000 K (koodi 830), joten väri on hieman kellertävä. Korvaavana valaisimena voisi toimia Enston AVR320.110L, joka on fyysiseltä kooltaan ja esteettisesti lähellä alkuperäistä. LED -valo tuottaa 10 watin teholla 1010 lm ja värielämpötila 4000 K (koodi 840). Käytävän valaistus paranisi selkeästi ja kulutus pieneni. Kontionkatu 2:n pesulan nykyiset 2x58 W loisteputkivalaisimet tuottavat n. 5000 lm kpl, joiden korvaavaksi Alppilux AMSL90. Tämän valaisin on valovirrallaan lähellä alkuperäistä valaisinta (47 W, 4660 lm, 4000 K).

### 6.2 LED-elohopealamput

Elohopealamppujen markkinoilta poistumisen vuoksi LED-valot ovat järkevä vaihtoehto ulkovalaistukseen kylmäkestoisuuden ja käyttöikänsä vuoksi. Mm. Kontionkatu 2:n ja Vesitorninkatu 14:n pyläsvalaistus on toteutettu 125 W elohopealampuilla. Tällainen lamppu tuottaa valovirtaa 6300 lm ja on värielämpötilaltaan 4000 K. Valmistaja (Osram) lupaa käyttöikäksi 24 000 h. Koska useat pyläsvalaisimista on huonossa kunnossa sekä auringon haurastuttamia, tulisi valaisin uusia sen sijaan, että pelkkä lamppu vaihdettaisiin. Korvaavaksi valaisimeksi sopisi esim. Philipsin townguide-sarjasta BDP100. Valaisimen teho on 50 W, valovirta 6000 lm ja värielämpötila 4000 K, joten ominaisuudet olisivat lähes samat. Valmistajan mukaan BDP100:n käyttöikä on 70 000 h. Vesitorninkatu14:n sisäänkäynnin lipan sekä jätekatoksen valaisimissa on 50 W elohopealamput. 50 W lampun valovirta on 1800 lm, värielämpötila 4200 K ja käyttöikä 20 000 (Osram). Valaisimet itsessään ovat hyvässä kunnossa, joten niihin voisi harkita lampun vaihdon LEDiin, mutta pitää huomioida valinnassa valaisimen kuristin. Eri valmistajilta löytyy lamppeja, jotka voi vaihtaa elohopealamput tilalle

kuristimesta huolimatta. Esim. LED–CORN 360° 18 W IP64 1950 lm. Tälle lampulle valmistaja antaa 50 000 h käyttöiän. Tällaisten lamppujen hinta on 100 € ylöspäin. Vaihtoehtona on myös vaihtaa ulkovalaisimet uusiin, kuten Enston AVD370.114L pinta-asennusvalaisimiin. Valaisimen 14 W LED tuottaa 1700 lm, 4000 K ja käyttöiäksi Ensto ilmoittaa 70 000 h.

### 6.3 LED-hehkulamput

Hehkulamppuja tutkittavissa kohteissa ei ollut merkittävässä määrin, mutta Kontionkatu 2:n rakennusten seinävalot ovat alun perin toteutettu hehkulampuin. Alppilux AT 125 W valaisimet ovat siistit ja hyvässä kunnossa, joten tämän hetkinen Airam pro led-lamppujen käyttö hehkulampun sijaan on järkevä ratkaisu. Alkuperäinen hehkulamppu on oletettavasti ollut 100 W, joka tuotti 1300 lm valovirtaa ja värilämpötilaa 3000 K [12.] Nykyinen Airam pro led valaisee 11 Watin teholla, 1050 lumenin valovirralla ja 4000 kelvinin värilämmöllä [13.] Jos kuitenkin Mikalo Oy päätyisi vaihtamaan valaisimet uusiin, olisi hyvänä vaihtoehtona AVR320.110L. LED-valo tuottaa 10 watin teholla 1010 lm ja värilämpötila 4000 K. Valaisin ei ulkonäöltään vastaa alkuperäistä mutta vastaavan näköisissä, normaali hintaluokan valaisimissa valovirta jää halutun alapuolelle.

## 7 KUSTANNUKSET JA SÄÄSTÖT

### 7.1 Nykyinen valaistus

Ulkovalaistuksen ohjauksesta vastaa hämärykytkin, joka auringon valon himmetessä sytyttää valaistuksen. Auringon noustessa aamulla kytkin katkaisee sähkön, jolloin valot sammuvat. Kustannuslaskelmissa käytetään tässä työssä useamman kaupungin (mm. Vantaa, Turku) arvioita vuosittaisesta valaistuksen tarpeesta kaupunkialueilla. Arvio on 4000 h vuodessa. Varaston valojen arvioitu päivän tarve on 1 h/päivä eli 365 h vuodessa. Tämä arvio perustuu siihen, että kesäaikaan valoja ei välttämättä käytetä, mutta koska ohjaus on kytkimellä, unohtavat asukkaat valot päälle satunnaisesti jopa useammaksi tunniksi. Rappukäytävien valaistuksessa käytän päivittäisenä paloaikana 2 h. Yksi pesula on myös tutkinnan kohteena, koska Mikalo Oy:n pesuloiden käyttö on asukkaille ilmaista ja runsasta. Arviolta jopa 10 tuntia päivässä pesulassa on toimintaa. Laskelmien perusteella voi päätellä, onko pesulan valaistus syytä vaihtaa

LED-valoihin sekä varustaa mahdollisesti läsnäolotunnistimella. Sähkön hinnaksi tulee 8,15 snt/kWh (ESE: sähkönsiirto 1,81snt/kWh + energia 6,35 snt/kWh). Hinnat ESE 21.9.2015. Uusien tarvikkeiden hinnat määräytyvät Ecom - laskentaohjelman näyttämien, SLO Oy:n hintojen mukaan (30.7.2015). Valaisimien suositushintaan on annettu 20 % alennus, sekä hinta sisältää alv:n 24 %. Asennustyön hinta saadaan Ecom -laskentaohjelman antamiin, valaisimen tyypin ja asennustyylin (pinta-, uppo-asennus) määäämiin tuntimääriin. Työkustannukset eivät sisällä km. korvauksia. Kustannushinnat ovat kpl-kohtaisia hintoja, joten isolla ostoerällä sekä kerta-asennuksella kokonaiskustannukset pienevät. Tuntilaskutushinta laskuissa on 45 €/h + alv 24 %. Etenkin E27-kannalla varustettujen polttimoiden vaihtotyön kustannus laskee huomattavasti suuremman vaihtomäärän myötä. LIITTEET 3 JA 4

### 7.1.1 Energian kulutus

Energiankulutusta laskiessa on selvitettävä valaisimen ottoteho. Elohopealamppu 125 W kuluttaa kuristimen kanssa 133 W.[14.] 50 W elohopealamppun ottoteho kuristimien 61 W.[15.] Pienoisloistevalaisimien teho lasketaan liitäntälaitteen antamien virta-, sekä tehokerroin tietojen avulla. Esim. 2 x 11 W loistevalaisimessa  $P = 230 \text{ V} \times 0,12 \text{ A} \times 0,95$  (Osram). Loistevalaisimen todelliseksi tehoksi saadaan 26,22 W. Todellisen tehon selvittyä, voidaan kulutus laskea kaavalla  $E = P \times t$ . Esim. 125 W elohopealamppun ottoteho on 133 W (0,133 kW), jota käytetään 4000 h vuodessa.  $E = 0,133 \text{ kW} \times 4000 \text{ h} = 532 \text{ kWh}$ . Tämän jälkeen tulos kerrotaan sähkön kWh hinnalla.  $532 \text{ kWh} \times 0,0815 \text{ €/kWh}$ . Elohopealamppun vuosittaiseksi kulutukseksi saadaan 43,36 euroa. Lopullinen valaistusryhmän tulos saadaan kertomalla kulutussumma valaisimien lukumäärällä.

### 7.1.2 Huoltokustannukset

Huoltokustannuksissa huomioidaan ainoastaan polttimoiden vaihtotyö. Työn suorittaa Mikalo Oy:n oma sähköasentaja, jonka kulut ilman kilometrikorvauksia on yhtiölle 27,5 €/h sisältäen työnantajan maksut. Nykyisiin valaisimiin tullaan todennäköisesti tulevaisuudessa huoltamaan liitäntälaitteita, kantoja, kupuja ym., mutta näiden aiheuttamia huoltokustannuksia on vaikea arvioida, joten niitä ei huomioida. LIITE 5

### 7.2 Led-valaisimen vaihtokustannukset

Taulukossa 5 on esitetty ulkopuolisella urakoitsijalla teetetyt vaihtotyöt, joihin ei ole huomioitu km korvauksia.

**Taulukko 5. Vaihtotyöt urakoitsijalla**

Valai- sin/polttimo	a-hinta, ale 20 %, alv 24%	Asennustyö /kpl [h]	Asennustyö € (sis. Alv.)	yht. €/kpl
Philips BDP 100	641,8	1	55,8	696,36
Ensto AVR 320.110 L	146,8	0,5	27,9	174,7
Ensto AVD 370.114L	231,15	0,5	27,9	259,05
Airam pro led 8W	19,95	0,5	27,9	47,85
Airam pro led 11W	26,1	0,5	27,9	54

### 7.2.1 Polttimoiden vaihtokustannukset

Mikalo Oy käyttää omaa sähkömiestään valaisimien huoltotöissä kuten polttimoiden vaihdossa (Taulukko 6).

**Taulukko 6: Polttimonvaihto Mikalo Oy:n sähkömiehellä**

Valai- sin/polttimo	a-hinta, ale 20%, alv 24%	Asennustyö /kpl [h]	Asennustyö € (Mikalo Oy)	yht. €
Airam pro led 8W	19,95	0,5	13,75	33,7
Airam pro led 11W	26,1	0,5	13,75	39,85

### 7.3 Kustannuslaskelmat

Lopullinen kustannuslaskelma on toteutettu Excel-ohjelmalla valonlähdekohtaisesti 15 vuoden vuosikustannuslaskuilla, joissa korko on 3 %. Laskussa on uuden valonlähteen investointihinta, vuosittainen energiankulutus kohteen mukaan (ulkovalaistus 4000 h, porrasvalaistus 730 h) sekä huoltokustannukset. Pienoisloistelamppujen valmistajan ilmoittama käyttöikä kestäisi 15 vuotta porraskäytävissä, mutta jatkuvan sytyttelyn vuoksi käyttöikä lyhenee, joten laskuihin on lisätty 1 huoltovaihto. Vuosikustannuslaskuissa nykyisille valaisimille ei ole määritetty mitään arvoa. LIITE 5

## 8 KOHDEVERTAILU JA EHDOTUKSET

### 8.1 Kontionkatu 2

Kontionkadun valaistustilanne on tällä hetkellä tilassa, johon en näe tarvetta puuttua. Entiset pylväšvalaisimet sekä seinävalaisimien polttimot ovat vaihdettu LED-valoiksi. Seinävalojen fyysinen kunto on hyvä ja ulkonäkö siisti, joiden uskon säilyvän vielä useita vuosia. Samoin ulkovalaistuksen valaisimet ovat siistit, ja niihin on vaihdettu led-polttimot, joten huolto tai vaihto ei ole tarpeellista. Olettaen, että nykyiset ulkoseinävalaisimien rungot (Kuva 7) kestävät ehjänä seuraavat 15 vuotta ja 4000h/a, on polttimoiden käyttö edullisempaa, sillä LED-valaisin pitäisi mahdollisesti vaihtaa uuteen

15 vuoden sisällä (Taulukko 7). Valaisimien vaihdosta johtuen uusien Ensto AVR 320.110 L- valaisimien vuosikustannukset nousee suuremmaksi. Varaston suurempi kustannushinta tulee uusien valaisimien korkeasta investointihinnasta eikä nykyisillä valaisimilla ole annettu muuta arvoa kuin uuden LED-polttimon arvo. Pesulan suhteen kahden valaisimen vaihto pitkällä aikavälillä voi olla kannattavaa (Taulukko 8). 15 vuoden aikana nykyvalaisimia pitäisi todennäköisesti korjata ja kulut tasaantuisi. Liikettunnistinohjaus pesuloissa voisi tuoda lisää säästöä, koska turha valojen päälle jättäminen häviäisi.

**Taulukko 7. Kontionkatu 2 vuosikustannuslaskelmat**

	<b>ulkoseinä 4000 h/a</b>	Vuosikustannus /kpl, 3 %, 15 vuotta	yht. 3 %, 15v
Uusi	Ensto AVR 320.110 L	27,20 €	1 659,42 €
Nykyinen	Airam pro led 11W	5,77 €	351,97 €
	<b>varasto 730 h/a</b>		
Uusi	Ensto AVR 320.110 L	12,62 €	176,68 €
Nykyinen	Airam pro led 11W	2,51 €	35,14 €

**Taulukko 8. Kontionkatu 2 pesulan vuosikustannuslaskelmat**

<b>Pesula</b>	Vuosikustannus /kpl, 3 %, 15 vuotta	yht. 3 %, 15v
Loistevalaisin 2x58W	31,69 €	191,96 €
Alppilux AMSL9O	13,98 €	57,75 €



**Kuva 7. Kontionkatu 2 seinävalaisin Airam proled 11W polttimolla**

## 8.2 Vesitorninkatu 14

Kohteen aluevalaistuksessa käytettävät 125 W elohopealampulla varustetut valaisimet ovat vaihdon tarpeessa. Valaisimien kuvut ovat ajan saatossa kellastuneet ja lika pinttynyt pintaan. Mikäli valaisimia ei haluta vaihtaa uusiin, niin ehdottaisin käyttämään varastoissa olevia elohopealamppuja jatkossakin. Ledcorn-polttimoiden vaihto on vaihtoehtoista epäedullisin (Taulukko9). Porraskäytävien valaistus ei kaipaa toistaiseksi toimenpiteitä. Polttimot ovat vaihdettu 8 W ledeihin, ja 1996 tehdyn remontin aikaiset valaisimet ovat vielä siistissä kunnossa. Vuosikustannuslaskuun on otettu mukaan pienoisloistelamppu 2x11 W, koska kyseistä valaistusta käytetään yleisesti porrasvalaistuksessa. Katosten valaistuksessa nykyisen 50 W elohopean korvaaminen on lähivuosina järkevää. Käyttöikää ajatellen valaisimen vaihto kokonaisuudessaan on paras ratkaisu. Nykyiset rungot ovat hyvässä kunnossa ja korvaavan led-polttimon vaihto on mahdollista, mutta pitkällä juoksulla valaisimen vaihto on taloudellisin ratkaisu (Taulukko 9). Elohopealampun vaihto LED-polttimoon (Ledcorn 18W) on tässäkin tapauksessa kallein ratkaisu (Taulukko 9).

**Taulukko 9. Vesitorninkatu 14 vuosikustannuslaskelmat**

	<b>pylväsvalot 4000 h/a</b>	Vuosikustannus /kpl, 3 %, 15 vuotta	yht. 3 %, 15 v
Uusi	Philips BDP 100	70,12 €	350,6
Uusi	Ledcorn 54W	70,54 €	352,82 €
Nykyinen	Elohopea 125W	48 €	239,98 €
	<b>porraskäytävän valot 730 h /a</b>		
Uusi	Ensto AVR 320.110 L	12,89 €	206,24 €
Nykyinen	PL 2 x 11 W	4,93 €	78,82 €
Nykyinen	Airam pro led 8W	2,15 €	34,40 €
	<b>katoksen ja lipan valot 4000 h/a</b>		
Uusi	Ensto AVD 370.114L	23,92 €	167,44 €
Uusi	Ledcorn 18W	31,15 €	218,04 €
Nykyinen	Idman 620 02 HMG 50 1x50W	24,85 €	173,95 €



### 8.3 Peitsarinkuja 5

Vuonna 2003 kohteen yleisvalaistus uudistettiin saneerauksen yhteydessä. Näin ollen valaisimien nykyinen kunto on moitteettomassa kunnossa. Pienoisloistevalaisimien hyötysuhde on hyvä eikä häviä led-valoille paljoakaan. Porrasvalaistuksen muutos on harkinnanvarainen, koska 15 vuoden aikainen laskennallinen säästö nykyisen eduksi on 479,51 € (Taulukko 10) vuodessa. Ehdotuksena on pitää valaistus nykyisessä muodossa siihen asti, kunnes loistevalaisimien liitäntälaitteita alkaa särkyä ja valaisimille joudutaan tekemään huoltoja. Ulkoseinävalojen suhteen ehdotus on sama kuin edellä.

**Taulukko 10. Peitsarinkuja 5 vuosikustannuslaskelmat**

	<b>Porraskäytävän valot 730 h/a</b>	Vuosikustannus /kpl, 3 %, 15 vuotta	yht. 3 %, 15 v
Uusi	Ensto AVR 320.110 L	12,89 €	708,95 €
Nykyinen	Ensto AVR 4 +AVL 21 1x14W	4,17 €	229,44 €
	<b>Ulkoseinän valot 4000 h/a</b>		
Uusi	Ensto AVR 320.110 L	27,20 €	136,02 €
Nykyinen	Defa Protect 003 PL 24W	12,25 €	61,25 €

### 8.4 Vuorikatu 2 vertailukohtana

Vuorikadun porraskäytävän valaistuksen tuntimittaus ajoittui 10.6.2013 - 29.9.2015 välille. Ajankohdan loppuun mennessä tunteja oli kertynyt 1914 kpl. Päiviä kertyi 841 kpl sekä tunteja 2,26/päivä. Näillä tiedoilla sain laskettua vanhan 2x11W loistevalaistuksen sekä uuden Samsung LED-päivityspaketin (kuva 8. kulutukset (Taulukko 11).

**Taulukko 11. Vuorikatu 2 porraskäytävän kulutukset**

Porraskäytävän valot	kulutus/a/kpl	yht. 30kpl/a
PL 2 x 11 W	14,89 €	446,82 €
Samsung led 11W	7,44€	223,41€

Valaisimien kulutuksessa on huomattava ero, mutta nykyinen LED-valaistus tuottaa valmistajan mukaan 113 lm/w eli 1243 lm valovirtaa, kun PL – putkien tuotto on jopa 1800 lm. Nykyinen valaistus on heikompi, mutta porrasvalaistuksessa kuitenkin riittävä. Samsungin päivityssarjalle valmistaja ilmoittaa käyttöiäksi 50 000 h, joten vuosikustannustasolla sarja on taloudellisesti kohtalainen ratkaisu (Taulukko 12). Led-sarjan nykyiseksi arvoksi on annettu 100 €/kpl. Viidentoista vuoden aikana säästöt ovat 3,69 €/valaisin nykyisen eduksi, mutta todellisuudessa pienoisloistevalaisimien vanhat liitäntälaitteet eivät tule kaikki kestämaan ja valaisimiin tulee enemmän huoltokuluja.

**Taulukko 12. Vuorikatu 2 vuosikustannuslaskelmat**

	Vuorikatu 2	
Porraskäytävän valot	Vuosikustannus /kpl,	yht.30kpl/a
730 h/a	3 %, 15 vuotta	
PL 2 x 11 W	4,93 €	147,80 €
Samsung led 11W	8,62 €	258,6 €



**Kuva 8. Samsung 11W led-päivityssarja**

## 9 YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

Valaistuksen suurin ympäristövaikutus tulee käytön aikaisesta sähkönkulutuksesta. Tutkimuksessa kuitenkin havaittiin, että LED-valojen ja loisteputkien kokonaisympäristövaikutuksessa on kuitenkin merkittävä ero LED-lamppujen hyväksi. Ero syntyy valmistukseen kuluvista luonnonvaroista. [16.] LED-valmistajat kehittävät koko ajan tehokkaampia ledejä ja lupaavat pitempiä käyttöikiä. Ledien käyttöiän kasvattaminen satoihin tuhansiin tunteihin ei todennäköisesti olisi suurikaan haaste, mutta taloudellisesti se ei ole kannattavaa. Led valojen tullessa tien päähän syntyy jätettä siinä missä muistakin valaisimista. Useissa valaisinmalleissa ei ole usein mahdollista vaihtaa valonlähdettä, vaan koko valaisin runkoineen on jätettä. Kierrätyskeskukset ottavat elektroniikkajätteen vastaan, ja monet komponentit kierrätetään. Kovamuovit eritellään, ja kuparijohtimet lähtevät uudelleen käyttöön tai sulatukseen. Led-valot eivät sisällä haitallisia kaasuja, kuten loistevalaisimet, joten jälkikäsittely on helpompaa. Elektroniikkajätteiden käsittely on parantunut vuosien varrella, mutta silti osa jätteistä joutuu kolmansien maiden riesaksi, missä jälkikäsittely on heikosti valvottua. LED-komponentteja valmistetaan valtavat määrät Kiinassa ym. halvemmissa maissa, ja näin ollen tuotteiden eettisestä valmistamisesta on hankala saada takeita.

## 10 YHTEENVETO

Tavoitteena oli tutkia, onko valaistuksen muutoksilla taloudellista hyötyä Mikalo Oy:lle. Tarkastelussa oli uusien valaisimien kannattavuus sekä pelkkien polttimoiden päivittämisen antama hyöty.

Yleisvalaistuksissa suurimmaksi muutosta vaativimmaksi asioiksi ilmeni pylväs- sekä ulkovalaistus. Koska elohopealamppu-uudistus on jo voimassa, valaisimet tulee uudistaa joka tapauksessa. Elohopeavalaisimia on asennettu vuosikymmeniä, joten niiden ulkonäkö sekä tekniikka eivät välttämättä ole enää pitkäikäistä. Vanhojen pylväsvalaisimien kuvut voivat vuotaa halkeamista tai huonoista tiivisteistä, jolloin kosteutta pääsee valaisimeen. Näissä tapauksissa tulee harkita, onko valaisimeen järkevää vaihtaa kallista led-poltinta vai sijoittaa uuteen valaisimeen. Porraskäytävien sekä muiden sisätilojen valaistuksen uusiminen määräytyy lähinnä valaisimien fyysisen kunnon mukaan. Pienoisloistelampujen hyötysuhde on melko lähellä ledejä sekä käyttöikä on

huoltoja ajatellen pitkä. Näin ollen pienoisloistevalaisimia tulisi käyttää niin kauan kuin seuraavan kerran saneerataan tai valaisimien kunto tulee tiensä päähän. E27-kannoilla varustettujen valaisimien käyttö määräytyy myös laitteen fyysisen kunnon mukaan. Valaisin on valmistettu kestäämään lämpöä hehkulampun vuoksi, ja näin ollen valaisimissa voi käyttää hyvinkin tehokkaita led-polttimoita. Tulevaisuudessa saneerauksien yhteydessä tai valaistuksen uusimisessa tulisi siirtyä ledeihin niiden pitkän käyttöiän sekä huoltovapauden takia.

## LÄHTEET

1. Mikalo Oy. Perustiedot. [www.sivu](http://www.sivu).  
(<http://www.mikalo.fi/tietoayrityksesta/perustiedot/>). Luettu 25.3.2015.
2. Peltonen, Perkkiö, Vierinen, Insinöörin (AMK) fysiikka osa 2, Lahden teho-opetus Oy, Saarijärvi, 2012
3. Kodin valaistus. Värisävyt. [www.sivu](http://www.sivu).  
<http://www.kodinvalaistus.fi/media/varisavvyt.png/>. Päivitetty 2012. Luettu 20.7.2015.
4. [lampputieto.fi](http://www.lampputieto.fi). Energiansäästölamppu.  
[www.sivu](http://www.sivu).<http://www.lampputieto.fi/lamput/lampputyypit/energiansaastolamppu/>.  
Päivitetty 11.9.2015. Luettu 20.7.2015
5. Ensto. Elohopealamppu. [www.sivu](http://www.sivu).  
<http://www2.amk.fi/Ensto/www.amk.fi/opintojaksot/0705016/1228387313247/1228387387439/1228387493589/1228397276827.html>. Päivitetty 19.2.2009. Luettu 10.9.2015.
6. Motiva; elohopealamput poistuvat markkinoilta vuonna 2015 - Mitä tilalle katuvalaistukseen? (helmikuussa -2014, Motiva Oy)
7. [Lampputieto](http://www.lampputieto.fi). Hehkulamppu.  
[www.sivu](http://www.sivu).<http://www.lampputieto.fi/lamput/lampputyypit/hehkulamppu>. Päivitetty 5.8.2015. Luettu 22.7.2015.
8. Risto Paappanen. Haastattelut. 8.4.2015. Mikalo Oy. Huollon työnjohto.
9. [Lampputieto.fi](http://www.lampputieto.fi). Halogeenilamppu.  
<http://www.lampputieto.fi/lamput/lampputyypit/halogeenilamppu/>. Päivitetty 5.8.2015. Luettu 22.7.2015.
10. [Osram.fi](http://www.osram.fi). Led-perusteet. [www.sivu](http://www.sivu). [Osram.fi](http://www.osram.fi).[http://www.osram.fi/osram\\_fi/uutiset--tiedot/led/ammattitietoa/led-perusteet/index.jsp](http://www.osram.fi/osram_fi/uutiset--tiedot/led/ammattitietoa/led-perusteet/index.jsp). Päivitetty 9.10.2013. Luettu 30.7.2015.
11. [lampputieto.fi](http://www.lampputieto.fi). Led lamput. <http://www.lampputieto.fi/lamput/lampputyypit/led-lamput/>. Päivitetty 15.10.2014. Luettu 3.8.2015.
12. Sähkö.fi. lumen vastaavuus. [www.sivu](http://www.sivu).  
[http://www.sahko.fi/UserFiles/humalistonsahko/File/Linkit/lumen\\_vastaavuus\\_A5L.pdf](http://www.sahko.fi/UserFiles/humalistonsahko/File/Linkit/lumen_vastaavuus_A5L.pdf). Luettu 6.8.2015.
13. [Airam.Fi](http://www.airam.fi). Lampputyypit. [www.sivu](http://www.sivu).  
<http://www.airam.fi/kuluttajille/lamput/tuote/3582/>. Päivitetty 2014. Luettu 15.8.2015.
14. Myllyojan katuvalaistusraportti. katuvalaistusraportti. saatavilla: [oulu.ouka.fi/tekninen/Suunnitelmat/Nayta\\_Liite.asp?ID...](http://oulu.ouka.fi/tekninen/Suunnitelmat/Nayta_Liite.asp?ID...)Myllyojan (Mylly-  
ojan katuvalaistusraportti. Päivitetty. 10.4.2012. Luettu 1.6.2015.
15. Fagerhult, valaisinsuunnittelijan käsikirja. ottoteho. Saatavilla:  
[http://np.netpublicator.com/np/n30265811/tekniskinfo\\_FI\\_09.pdf](http://np.netpublicator.com/np/n30265811/tekniskinfo_FI_09.pdf). Luettu 15.6.2015.

16. Co2-raportti. Ilmastovinkit. www.sivu. [http://www.co2-raportti.fi/?page=ilmastovinkit&news\\_id=3506](http://www.co2-raportti.fi/?page=ilmastovinkit&news_id=3506). Kirjoitettu 7.9.2012. Luettu 1.9.2015.

SFS-EN 12464-1 Esimerkkitaulukko

TAULUKKO 2. Esimerkkejä tilojen, alueiden, tehtävien ja toimintojen valaistusvaatimuksista		Valaistus-voimakkuus (lx)	UGR-indeksi	Tasaisuus $U_0 (E_{min} / E_{max})$	R <sub>a</sub> -indeksi	Huom!
Tila						
Likennealueet ja käytävät		100	28	0,4	40	Lattiatasolta 150lx, mikäli reitillä on ajoneuvoja
Portait, liukuportaat, liukukäytävät		100	25	0,4	40	
Hissit		100	25	0,4	40	Hissin edessä vähintään 200 lx
Lastausalueet		150	25	0,4	40	
Kahvihuoneet		200	22	0,4	80	
Talotekniset tilat		200	25	0,4	60	
Varastotilat		100	25	0,4	60	200 lx, jos työskentely on jatkuva
Elektronikkapajat, testaus, säätö		1500	16	0,7	80	
Kuulamylyt ja sellutehtaat		200	25	0,4	80	
Toimisto, kirjoittaminen		500	19	0,6	80	
Kassa-alue		500	19	0,6	80	
Odotusaulat		200	22	0,4	80	
Ketittiö		500	22	0,6	80	Ketittiön ja ravintolan välillä tulisi olla sopeutumisvyöhyke.
Pysäköintialueet		75	-	0,4	40	Valaistusvoimakkuus lattiatasolta
Luokkahuoneet		300	19	0,6	80	Valaistuksen tulisi olla säädettävä
Auditorio		500	19	0,6	80	Valaistuksen tulisi olla säädettävä eri A/V-tilanteisiin

## Led vertailu

[illegible]



## Nykyinen valaistus

Käyttökohde	Nykyinen valonlähde	Ottoteho [W]	Kontionkatu 2		Teho yhteensä [kW]	Kulutus kWh/4000h	Kulutus €/kpl/vuosi	Kulutus €/vuosi
			lkm.	lkm.				
pylvävalaisimet	Elohopealamppu 125W		133	10	1,33	5320	43,358	433,58
Seinävalaisimet	Hehkulamppu		100	61	6,1	24400	32,6	1988,6
Seinävalaisimet	Airam pro led		11	61	0,671	2684	3,586	218,746
Varaston valaisimet	Hehkulamppu		75	14	1,05	383,25	2,2310625	31,234875
Pesula	Glamo mir 2x58		214	2	0,428	1562,2	63,65965	127,3193
Käyttökohde	Nykyinen valonlähde	Ottoteho [W]	Vesitorninkatu 14		Teho yhteensä [kW]	Kulutus kWh/4000h	Kulutus €/kpl/vuosi	Kulutus €/vuosi
pylvävalaisimet	Elohopealamppu 125W		133	5				
Katokset	Elohopealamppu 50W		61	7	0,427	1708	19,886	139,202
Rappukäytävät	Hehkulamppu		75	16	1,2	876	4,462125	71,394
Rappukäytävät	Airam pro led		8	16	0,128	93,44	0,47596	7,61536
Käyttökohde	Nykyinen valonlähde	Ottoteho [W]	Peitsarinkuja 5		Teho yhteensä [kW]	Kulutus kWh/4000h	Kulutus €/kpl/vuosi	Kulutus €/vuosi
Ulkoseinät	Pienoisloistelamppu		25,12	5				
Rappukäytävät	Pienoisloistelamppu		14	55	0,77	562,1	0,83293	45,81115
Käyttökohde	Nykyinen valonlähde	Ottoteho [W]	Vuorikatu 2		Teho yhteensä [kW]	Kulutus kWh/730h	Kulutus €/kpl/vuosi	Kulutus €/vuosi
Rappukäytävät	Pienoisloistelamppu 2x11		26,2	54				
Rappukäytävät	samsung-LED		11	54	0,594	433,62	0,654445	35,34003

Käyttökohde	LED valonlähde	Ottoteho [W]	Kontionkatu 2		Teho yhteensä [kW]	Kulutus kWh/4000h	Kulutus €/kpl/vuosi	Kulutus €/vuosi
			Ikkm.	Ikkm.				
pylvävalaisimet	Philips BDP100	50,2	50,2	10	0,502	2008	16,3652	163,652
	Ensto AVR320.110L	10	10	61	0,61	2440	3,26	198,86
Seinävalaisimet						Kulutus kWh/365h		
Varaston valaisimet	Ensto AVR320.110L	10	10	14	0,14	51,1	0,297475	4,16465
Pesula	Appilux AMSL90	47	47	2	0,094	343,1	13,981325	27,96265
Käyttökohde	LED valonlähde	Ottoteho [W]	Vesitorminkatu 14		Teho yhteensä [kW]	Kulutus kWh/4000h	Kulutus €/kpl/vuosi	Kulutus €/vuosi
			Ikkm.	Ikkm.				
pylvävalaisimet	Philips BDP100	50,2	50,2	5	0,251	1004	16,3652	81,826
Katokset	Ensto AVD370.114L	14	14	7	0,098	392	4,564	31,948
						Kulutus kWh/730h		
Rappukäytävät	Ensto AVR320.110L	10	10	16	0,16	116,8	0,59495	9,5192
Varaston valaisimet	Ensto AVR320.110L	10	10	13	0,13	94,9	0,59495	7,73435
Käyttökohde	LED valonlähde	Ottoteho [W]	Peitsarinkuja 5		Teho yhteensä [kW]	Kulutus kWh/4000h	Kulutus €/kpl/vuosi	Kulutus €/vuosi
			Ikkm.	Ikkm.				
Ulkoseinät	Ensto AVR320.110L	10	10	5	0,05	200	3,26	16,3
						Kulutus kWh/730h		
Rappukäytävät	Ensto AVR320.110L	10	10	55	0,55	401,5	0,59495	32,72225
Käyttökohde	LED valonlähde	Ottoteho [W]	Vuorikatu 2		Teho yhteensä [kW]	Kulutus kWh/730h	Kulutus €/kpl/vuosi	Kulutus €/vuosi
			Ikkm.	Ikkm.				
Rappukäytävät	samsung-LED			54		0		
						Kulutus kWh/4000h		
pylväs	Ledcorn 54W	54	54		0,054	216	17,604	
katos/lippa	Ledcorn 18W	18	18		0,018	72	5,868	
						Kulutus kWh/830h		
	Samsung 11W led sarja	11	11	30	0,33	273,9	0,24555135	22,32285

## Vuosikustannuslaskut

	Valaisintyyppi	hankinta/vuosikustannus [€/a]	energian kulutus [€/a]	huoltokustannus [€/15a]	yhteensä €/a
	Philips BDP 100	53,76 €	16,3652		70,13 €
ulkoseinä	Ensto AVR 320.110 L	12,29693401	3,26	11,64666667	27,20360068
Porraskäyt.	Ensto AVR 320.110 L	12,29693401	0,59495		12,89188401
varasto	Ensto AVR 320.110 L	12,29693401	0,3272225		12,62415651
	Ensto AVD 370.114L	19,36264507	4,564		23,92664507
	Airam pro led 8W	1,67114328	0,47596		2,14710328
4000h	Airam pro led 11W	2,18630775	3,586		5,77230775
365h	Airam pro led 11W	2,18630775	0,3272225		2,51353025
	Elohopea 125W	0,55704776	43,358	4,08	47,99504776
	Loistevalaisin 2x58W	0,63495068	63,65965	1,169333333	65,46393401
	Idman 620 02 HMG 50 1x50W	0,653379328	19,886	4,31	24,84937933
	Ensto AVR 4 +AVL 21 1x14W	1,348641945	0,83293	1,99	4,171571945
	Defa Protect 003 PL 24W	1,750721532	8,18912	2,31	12,24984153
	Vanha PL 2 x 11 W	0,854419121	1,558769	2,513333333	4,926521454
	Ledcorn 54W	19,7270297	17,604	33,23333333	70,56436303
	Ledcorn 18W	9,04679069	5,868	16,23333333	31,14812402
	Samsung 11W led sarja	8,376658046	0,24555135		8,622209396
	Alpilux AMSL90	14,89369801	13,981325		28,87502301

## Huolto- ja asennushinnat

Valaisin/polttimo	a-hinta, ale 20%, alv 24%	Asennustyö /kpl [h]	Asennustyö € (sis. Alv.)	yht. €
Philips BDP 100	641,8	1	55,8	697,6
Ensto AVR 320.110 L	146,8	0,5	27,9	174,7
Ensto AVD 370.114L	231,15	0,5	27,9	259,05
Airam pro led 8W	19,95	0,5	27,9	47,85
Airam pro led 11W	26,1	0,5	27,9	54
Valaisin/polttimo	a-hinta, ale 20%, alv 24%	Asennustyö /kpl [h]	Asennustyö € (Mikalo)	yht. €
Airam pro led 8W	19,95	0,5	13,75	33,7
Airam pro led 11W	26,1	0,5	13,75	39,85
Valaisin/polttimo	a-hinta, ale 20%, alv 24%	Asennustyö /kpl [h]	Asennustyö € (Mikalo)	yht. €
Philips BDP 100	641,8	1	55,8	697,6
Ensto AVR 320.110 L	146,8	0,5	27,9	174,7
Ensto AVD 370.114L	231,15	0,5	27,9	259,05
Airam pro led 8W	19,95	0,5	27,9	47,85
Airam pro led 11W	26,1	0,5	27,9	54
Valaisin/polttimo	a-hinta, ale 20%, alv 24%	Asennustyö /kpl [h]	Asennustyö € (Mikalo)	yht. €
Airam pro led 8W	19,95	0,5	13,75	33,7
Airam pro led 11W	26,1	0,5	13,75	39,85
Elohopea 125W	6,65	0,5	13,75	20,4
Elohopea 50W	7,8	0,5	13,75	21,55
Pienoisloistelamppu	5,1	0,5	13,75	18,85
Pienoisloistelamppu	16,1	0,5	13,75	29,85
Pienoisloistelamppu	20,9	0,5	13,75	34,65
Ledcorn 54W	235,5	0,5	13,75	249,25
Ledcorn 18W	108	0,5	13,75	121,75
Airam T8 G13 58W	3,79	0,5	13,75	17,54